

явления — нестабильность политической обстановки в этих районах, а также увеличение стоимости проезда и туристско-экскурсионного обслуживания.

Таким образом, подытоживая сказанное, можно сделать вывод, что уменьшение экскурсионных и туристских потоков за пределы Беларуси носит временный характер, так же, как и причины, его вызвавшие. Что касается туристского потока в республику и внутриреспубликанского, то здесь главной причиной изменения его величины и структуры являются последствия аварии на ЧАЭС. Поэтому в ближайшем будущем предстоит детальный анализ всех сторон этого процесса с экономической оценкой рекреационных ресурсов, которые фактически уже изъяты и будут изыматься в будущем из рекреационного использования, а также научное обоснование и разработка рациональной структуры туристско-экскурсионного обслуживания в республике в сложившихся условиях.

Список литературы

1. Ппрожннк И. И. Основы географии туризма и экскурсионного обслуживания. Мн., 1985.

УДК 631.82:543.3

Т. Я. ЛОБАЧ, В. А. ОВЕРЧУК, С. М. ЗАЙКО

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЕННЫХ ВОД

В связи с осушительной мелиорацией, химизацией и изменением мелиорированных почв особую значимость приобретают исследования, направленные на оценку качественного преобразования поверхностных вод, выявление источников загрязнения, разработку водоохранных мероприятий, уменьшение повышенной концентрации химических компонентов в природных водах.

Мелиорированные земли включаются в сельскохозяйственное производство с внесением большого количества удобрений. В Республике Беларусь количество удобрений на 1 га пашни с 1940 по 1976 г. возросло в 6 раз (с 45,6 до 263,3 кг) и утраивается каждые 10 лет. Расчеты показывают, что агроэкологические условия Беларуси позволяют обеспечить урожай зерна до 120 ц/га, клубней картофеля — до 1200, сена многолетних трав — до 180—200 ц/га. Необходимая доза удобрений для таких урожаев составляет 800—1100 кг/га д. в. НРК [1]. В связи с этим возрастает роль водоохранных мерсприятий, направленных на предотвращение загрязнения дренажных и речных вод.

Целью наших исследований являлось изучение влияния минеральных удобрений на химический состав лизиметрических, дренажных и поверхностных вод. Исследования проводились в течение 7 лет на культурных лугах с мелиорированными дерново-подзолисто-глееватыми супесчаными почвами, подстилаемыми с глубины 35—40 см мелкозернистыми песками. Пахотный слой (0—25 см) характеризуется следующими показателями: рН в КСl — 5,2, гидролитическая кислотность — 2,2, сумма поглощенных оснований — 4,2 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями — 65 %, гумус — 2,1 %, объемный вес почвы — 1,48 г/см³, удельный вес — 2,52 г/см³. В наших опытах удобрения вносились из расчета на максимальный урожай многолетних трав для данной почвы (110—120 ц/га сухого вещества). Азотные под каждый укос ($N_{100+80+60}$), фосфорные (P_{60}) в один прием с осени, калийные (K_{240}) в один, два и три приема: осенью, весной и летом. На половине участков проводилось дождевание. За 7 лет исследований в среднем получено по 78,7 ц/га абсолютно сухой массы без дождевания и по 116 ц/га при дождевании. Многолетние травы содержали по 14—16 % сырого протеина, 0,35—0,40 фосфора, 2,0—2,5 калия, 0,55—0,65 кальция и 0,25—0,30 % магния. Повышение нормы азота и калия резко обогащает корм протеином и калием и понижает содержание кальция, магния, сахаров. Получен положительный баланс по

азоту и фосфору без дождевания, а при дождевании — в вариантах только по фосфору. В связи с этим возникла потребность изучения фильтрационных вод. Для этих целей на опытных делянках были установлены полиэтиленовые лизиметрические колонки размером 0,25 м², из которых весной, летом, осенью и зимой насосом Камовского откачивались воды; в эти же сроки отбирались дренажные и поверхностные воды.

Исследовались: химический состав лизиметрических, дренажных и поверхностных вод, валовой химический состав почв, валовой микроэлементный состав вод и почв, химический состав снеговых вод.

Изучение валового химического состава почв проводилось в 2 этапа: в начале проведения исследований и спустя 3 года. Выявлено, что при внесении высоких доз удобрений без дождевания в пахотном горизонте накапливается P₂O₅ (содержание увеличивается в 2 раза), на глубине 35—45 см — возрастает на 0,37 %, на глубине 55—65 см — уменьшается на 0,12 %. Такие же закономерности по фосфору и в вариантах с внесением удобрений и с применением дождевания.

Внесение калийных удобрений не повлекло накопления калия в пахотном горизонте, так как калий поглощается вегетирующими травами, но на глубине 35—45 см содержание K₂O возросло на 0,12 %, на глубине 55—65 см — на 0,20 % (калий вымывается в нижележащие горизонты). Помимо этих двух элементов в пахотном горизонте почв в вариантах без дождевания незначительно возросло содержание оксидов железа, титана, кальция и снизилось — кремния, алюминия, магния, серы. В вариантах с дождеванием в пахотном горизонте увеличилось содержание не только оксидов железа и титана, но и серы (на 0,33 %) и магния (на 0,20 %).

Следовательно, внесение удобрений под многолетние травы на дерново-подзолисто-глеевой супесчаной почве даже за сравнительно небольшой срок (3 года) изменяет валовой химический состав почв.

Изучение валовых форм микроэлементов в почвах опытов выявило закономерности, в основном, характерные для дерново-подзолисто-глееватых супесчаных почв. Так, по содержанию валовых форм меди и марганца почвы опытов относятся к бедным по обеспеченности данными микроэлементами (градация Я. В. Пейве [2]), цинка — к среднеобеспеченным (43—66 мг/кг), молибдена и кобальта — к богатым (1,2—1,5 и 5,4—6,2 мг/кг соответственно). Такое высокое содержание молибдена и кобальта обычно характерно для суглинистых почв и несколько завышено для супесчаных.

Исследование микроэлементов в лизиметрических и дренажных водах опытов показало, что по содержанию молибдена лизиметрические и дренажные воды почти не отличаются (1,25 мкг/л). По содержанию кобальта лизиметрические воды в 2 и более раза насыщеннее дренажных. Внесение удобрений способствовало увеличению содержания марганца в лизиметрических водах в 3,0—3,4 раза, но в водах канала содержание марганца оставалось таким же, как и в лизиметрических водах контрольных вариантов без дождевания, которое способствовало вымыванию марганца из почв. Так, в лизиметрических водах контрольных вариантов с дождеванием содержание марганца возросло на 20,83 мкг/л, а в вариантах с дождеванием и внесением удобрений — на 41,67 мкг/л.

Такая же закономерность отмечается для меди и цинка. Дождевание увеличило содержание цинка в контрольных вариантах на 3,4 мкг/л (контроль без дождевания — 76,7 мкг/л), а в вариантах с внесением удобрений — на 5,0. Внесение удобрений способствовало вымыванию цинка из почв: содержание цинка в лизиметрических водах в 1,4 раза выше, чем в водах контрольных вариантов.

По содержанию меди лизиметрические воды в 4,9—12,2 раза превышают воды канала и дрен (11,25 и 15,83 мкг/л). Внесение удобрений увеличило содержание меди в лизиметрических водах вариантов без дождевания в 2,2 раза, с дождеванием — в 2,4 раза. Дождевание способствовало вымыванию меди из почв, увеличив его на 8,4 мкг/л в контрольных вариантах и на 11,7 — в вариантах с внесением удобрений.

Важным фактором состояния качества природных вод являются атмосферные осадки, обладающие определенной кислотно-щелочной реакцией и содержащие взвешенные и растворенные вещества, способствующие изменению реакции среды почв, потере или накоплению химических элементов в почвенном поглощающем комплексе, загрязнению поверхностных и подземных вод.

Период весеннего снеготаяния характеризуется наиболее длительным увлажнением почвенного покрова, когда растворенные вещества не используются травами и выносятся избыточными водами из корнеобитаемой зоны. Образцы снега отбирались на контрольных вариантах и на вариантах опытов с внесением удобрений (табл. 1). Снеговые воды участков без удобрений среднеминерализованы (Σ ионов = 23,8 мг/л), минерализация же снеговых вод на удобренных участках увеличивается на 14,6 мг/л, плотный остаток — почти в 2 раза, содержание хлоридов возрастает в 2,2 раза, фосфатов — в 2,4, сульфатов — в 6,3 раза, нитратов — на 0,4 мг/л. Помимо минеральных компонентов увеличиваются и органические вещества: содержание гумуса возрастает в 3,1 раза, перманганатной окисляемости — на 1,1 мг O_2 /л. Все это указывает на то, что внесенные удобрения не полностью используются травами, или смываются с фильтрационными водами и при контакте со снегом изменяют его минерализацию.

Таблица 1
Химический состав снеговых вод, мг/л

Показатели	Варианты опыта		Среднее по СССР [4]	Среднее по БССР (зона с/х использования [5])
	контроль	$N_{240}P_{60}K_{240}$		
K^+	следы	следы	5,54	0,34
Na^+	следы	следы	5,15	0,23
NH_4^+	0,72	0,75	—	—
Ca^{2+}	4,00	6,01	4,81	1,05
Mg^{2+}	1,21	1,21	1,72	0,24
Fe^{3+}	0,01	0,02	—	—
Cl'	2,12	4,53	5,51	3,56
$SO_4^{2'}$	2,01	12,75	9,22	4,24
NO_3'	2,73	3,12	—	—
NO_2'	0,01	0,02	—	—
HCO_3'	10,98	9,76	18,41	6,25
PO_4'	0,06	0,14	—	—
Σ ионов	23,85	38,31	50,36	15,91
Гумус	4,16	13,06	—	—

Химический состав лизиметрических вод, отобранных в зимний период, характеризуется повышенной минерализацией вариантов с осенним внесением удобрений. Инфильтрационные воды контрольных вариантов относятся к гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевому классу (классификация О. А. Алекина [3]). Они характеризуются довольно высоким содержанием сульфатов, кальция, магния (последние два вымываются из почвенного поглощающего комплекса, сульфаты же поступают как с удобрениями, так и с атмосферными осадками). Лизиметрические воды вариантов опытов с осенним внесением удобрений относятся к хлоридно-сульфатно-кальциевому классу. Их минерализация возрастает в 3,3 раза по сравнению с минерализацией вод контрольных вариантов. Внесение азотных удобрений увеличивает количество нитратов в 10,6 раза, нитритов — в 3,4, аммония — в 1,7 раза по сравнению с контрольными

Таблица 2

Влияние сроков внесения удобрений на химический состав лизиметрических вод ($n = 28$)

Показатели, мг/л	Варианты опыта, время отбора вод												
	контроль	НПК с осени	НПК с весны	вода из канала	контроль	НПК с осени	НПК с весны	вода из канала	вода из дрены	контроль	НПК с осени	НПК с весны	вода из канала
	зимняя межень				весеннее половодье					осеннее половодье			
K ⁺	1,0	1,8	1,1	3,8	1,1	1,1	4,0	1,9	2,4	0,6	1,0	2,1	5,0
Na ⁺	10,2	45,7	19,1	7,4	10,9	16,2	12,8	6,6	12,6	10,7	20,1	18,0	4,2
NH ₄ ⁺	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,6	0,4	0,5	0,5	0,3	0,4	0,6	0,4
Ca ₂ ⁺	53,1	180,4	120,2	54,1	73,5	126,4	45,6	61,3	42,2	47,6	75,1	50,5	40,2
Mg ₂ ⁺	12,1	75,9	23,7	2,4	5,8	10,2	7,7	6,2	19,9	1,9	2,4	1,2	5,1
Cl [']	18,3	374,5	129,8	28,3	21,0	193,2	68,9	32,6	26,1	5,5	91,5	98,8	25,3
SO ₄ ^{2'}	71,8	209,0	203,6	86,4	52,9	163,1	83,7	44,5	81,9	73,5	184,3	207,0	44,5
NO ₃ [']	3,0	31,2	3,5	2,4	8,3	17,9	21,9	2,1	1,7	2,1	9,0	9,4	1,3
HCO ₃ [']	142,7	139,0	45,5	46,4	191,0	96,3	56,8	73,0	99,4	92,8	61,5	23,0	56,1
PO ₄ [']	0,2	0,9	0,5	0,1	0,2	0,8	0,5	0,2	0,3	0,2	1,7	0,5	1,0
Σ ионов	318,4	1058,7	535,3	229,5	325,6	612,2	279,7	227,2	285,5	243,7	442,5	404,3	182,9
Гумус	45,4	71,2	67,2	37,7	20,2	48,5	40,9	38,8	38,2	60,5	69,9	72,6	54,7
Плотный остаток	464	2468	1073	383	396	1783	818	347	405	513	1322	1498	333
Минеральный остаток	359	865	480	219	236	669	276	116	140	103	251	232	155

ми вариантами. Внесение фосфорных удобрений увеличивает содержание фосфатов в лизиметрических водах в 5,9 раза, внесение калийных удобрений незначительно изменяет содержание калия в водах.

Удобрения влияют на содержание ионного состава вод. Так, количество хлоридов возрастает в 20,5 раз, сульфатов — в 2,9, кальция — в 3,4, магния — в 6,3, натрия — в 4,5; в 3,8 раза возрастает жесткость вод. Увеличивается количество органических веществ в водах: в 1,6—1,9 раза возрастает содержание водорастворимого гумуса и перманганатной окисляемости (табл. 2).

Зимний отбор лизиметрических вод вариантов опытов с весенним внесением удобрений характеризует их сульфатно-хлоридно-кальциевый состав. Их минерализация только в 1,7 раза выше минерализации вод контрольных вариантов. Все это можно объяснить поглощением веществ вегетирующими многолетними травами и отчуждением с урожаем. По содержанию нитратов они незначительно превосходят контрольные варианты, такая же закономерность в содержании нитритов, аммония, калия. По количеству фосфатов они в 2,9 раза превосходят контрольные варианты (не весь фосфор поглощается травами и закрепляется почвой), велико в них содержание сульфатов (в 2,8 раза выше, чем в контрольных вариантах), хлоридов — в 7,1 раза, кальция — в 2,3, магния и натрия — почти в 2 раза.

Все это загрязняет поверхностные воды осушительного канала, дренирующего дерново-глеевые супесчаные почвы, где воды, отобранные в зимнюю межень, имеют сульфатно-кальциево-гидрокарбонатный состав.

Весенний и осенний отбор лизиметрических и поверхностных вод свидетельствует о том, что поверхностные воды осушительного канала самоочищаются и приобретают гидрокарбонатно-кальциевый и гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевый состав.

Таблица 3

Влияние дождевания и удобрений
на химический состав лизиметрических вод

Показатели	Контроль без дождевания	Контроль с дождеванием	N ₂₄₀ P ₆₀ K ₂₄₀ без дождевания	N ₂₄₀ P ₆₀ K ₂₄₀ с дождеванием
<i>Ионный состав, мг/л</i>				
K ⁺	1,50	2,83	4,05	5,02
Na ⁺	6,43	6,82	24,17	83,22
NH ₄ ⁺	0,01	0,03	0,34	0,57
Ca ²⁺	16,03	26,05	80,16	104,20
Mg ²⁺	1,21	3,64	4,86	9,73
Cl'	8,49	16,76	87,82	245,08
SO ₄ ^{2'}	25,66	45,82	31,01	142,50
NO ₃	2,45	6,10	2,70	9,15
PO ₄	0,26	0,35	0,44	0,46
<i>Плотный остаток</i>				
	180	218	1640	1838
<i>Микроэлементный состав мкг/л</i>				
Cu	55,00	63,33	125,42	137,08
Zn	76,67	80,00	110,00	115,00
Co	2,08	2,50	2,92	3,33
Mn	62,50	83,33	208,35	250,00

Наиболее минерализованными остаются лизиметрические воды с осеменением внесением удобрений (см. табл. 2).

Воды в гончарных дренах, проложенных на участках опытов, появляются только в весеннее половодье и характеризуются гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевым составом с высоким содержанием сульфатов, фосфатов и натрия (см. табл. 2).

Воды, отобранные в осенний период, характеризуются очень высоким содержанием фосфатов (до 1,65 мг/л).

Дождевание способствует выносу из почвы многих элементов и увеличивает плотный остаток вод в 8,4—9,0 раза, сульфаты — в 2,0—4,6, нитраты — в 2,5—3,4, хлориды — в 2,0 раза (табл. 3).

Таким образом, на культурных лугах с почвами легкого механического состава при внесении высоких доз удобрений с инфильтрационными водами выносятся большая часть питательных веществ, загрязняющих почвенно-грунтовые, дренажные и поверхностные воды.

Потери питательных веществ обычно происходят в ранне-весенний и осенний периоды, что связано с атмосферными осадками и промывным режимом почв. Летом эти потери не существенны, так как осадки чаще всего не просачиваются на большую глубину и используются вегетирующими травами, о чем свидетельствует отсутствие воды в лизиметрах летом.

В качестве отдельных мероприятий по предупреждению загрязнения вод следует рекомендовать до минимума сократить внесение удобрений во вневегетационный период, азотные удобрения вносить только в несколько приемов.

Список литературы

1. Лобач Т. Я., Василевская М. К., Зайко С. М., Вашкевич Л. Ф., Яцухно В. М. Состояние и охрана природных вод мелиорированных территорий. Мн., 1987. С. 32.
2. Ринькис Г. Я. Методы ускоренного колориметрического определения микроэлементов в биологических объектах. Рига, 1964. С. 78.
3. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л., 1970. С. 296.
4. Дроздова В. М., Петренчук О. П., Селезнева Е. С., Свистов П. Ф. Химический состав атмосферных осадков на Европейской территории СССР. Л., 1964. С. 209.
5. Окулик Н. В., Брезгунов В. С., Окулик В. А., Драко В. М. // Изменение микроклимата и качества природных вод. Проблемы Полесья. Мн., 1986. Вып. 10. С. 209.

УДК 553.97.08+622.331.02

Н. Н. БАМБАЛОВ, В. А. РАКОВИЧ

СПЕКТРАЛЬНАЯ ОТРАЖАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ТОРФА

Интерес к изучению спектральной отражательной способности природных объектов возрастает во всем мире с каждым годом. Типичный пример тому — использование спектральной отражательной способности почв для оценки содержания в них гумуса, солей, влаги, для изучения эрозионных процессов, структуры почвенного покрова и т. д. [1]. В последние годы стало возможным по спектральной отражательной способности оценивать вещественный состав и типологическую принадлежность сапропелевого сырья [2]. Спектральная отражательная способность торфа пока не изучена, хотя потребность в этом имеется, и соответствующие спектральные методы могут найти применение в технологии торфяного производства для оценки качества сырья и его изменений в технологических процессах, для решения экологических и генетико-болотоведческих задач.

Нами были подобраны типичные виды низинного, переходного и верхового торфа: тростниковый, сфагновый, гипновый и др. Подготовка торфа к исследованию заключалась в высушивании до воздушно-сухого состояния, измельчении и просеивании через сито с размером ячеек